

[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl⁶

C23C 16/26

B23B 13/02



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 97116061.9

[43]公开日 1998 年 4 月 8 日

[11] 公开号 CN 1178257A

[22]申请日 97.8.19

[30]优先权

[32]96.8.19 [33]JP[31]217352/96

[32]97.2.7 [33]JP[31]024584/97

[71]申请人 时至准钟表股份有限公司

地址 日本东京

[72]发明人 杉山修 宫行男 小池龙太 户井田孝志
关根敏一

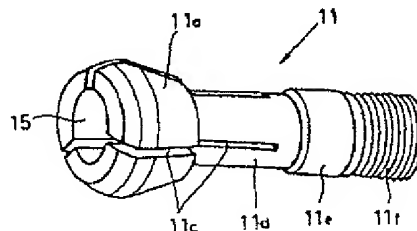
[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标
事务所
代理人 范本国

权利要求书 3 页 说明书 20 页 附图页数 18 页

[54]发明名称 在导向套筒内表面形成硬质碳膜的方法

[57]摘要

本发明将自动车床中用于保持被加工件使之可以旋转和沿轴向运动的导向套筒放置在真空槽中,在导向套筒和被加工件滑动接触的内表面上,形成质量均匀粘着性好的硬质碳膜。为此,将导向套筒放置于真空槽中,在构成上述内表面的中心开口处插入辅助电极,将该电极接地;在将真空槽排气后,经气体导入口将含碳的气体导入真空槽中,在上述导向套筒上经电抗器加上直流电压后,在真空槽中产生等离子体,利用等离子体 CVD 法在导向套筒的内表面形成氢化非晶状碳的硬质碳膜。



(BJ)第 1456 号

说明书

在导向套筒内表面形成硬质碳膜的方法

本发明涉及一种在导向套筒的与被加工件滑动接触的内表面形成硬质碳膜的方法，该导向套筒安装于自动车床上，使圆棒状的被加工件可以在切削工具（刀具）的附近旋转和沿轴的方向滑动。

装在自动车床的自动车床立柱上，使圆棒状的被加工件可以在切削工具的附近旋转的导向套筒分为旋转型和固定型两种。旋转型的平时与被加工件一起旋转并同时使被加工件可沿轴的方向滑动；固定型的则不旋转但可以使被加工件旋转并沿轴的方向滑动。

各种型式的导向套筒均包括呈锥面的外周部，其上有保持弹力用的开槽；将其安装在立柱上用的螺纹和保持被加工件的内表面；由于该内表面平时与被加工件滑动接触所以容易磨损，特别是在固定型的场合上述磨损就更加严重。

因此由于该被加工件的旋转与滑动，在与被加工件滑动接触导向套筒的内表面上如日本专利公报特开平4-141303号中所提议的利用钎焊将超硬合金和陶瓷等固定其上。

这样，由于在导向套筒的内表面设置有耐磨耗性和耐热性均优越的超硬合金和陶瓷，可以达到一定程度抑制磨损的效果。

但是即便在其内表面设有超硬合金和陶瓷，对于自动车床切削量大、加工速度大的重切削时由于超硬合金和陶瓷的摩擦系数大而热传导率低，会出现在被加工件上发生缺陷，或产生使导向套筒和被加工件直径方向的间隙减小的烧接等问题，因此限制了切削量和加工速度的提高。

固定型的导向套筒因为可以使被加工件保持轴心不偏斜，具有可以达到高精度的真圆度加工，并且噪音小，自动车床的构造简单且小型化的优点。

但是因为较之旋转型的场合导向套筒内表面的磨损大得多，使得切

削量和加工速度的提高变得更加困难。

为了解决该问题，我们提出了在该种导向套筒与被加工件滑动接触的内表面形成一层硬质的碳膜，极大地提高了内表面的耐磨耗性，使得被加工件不会发生缺陷和烧接，从而可以提高自动车床的切削量和加工速度的方案。

所谓硬质碳膜是一种氢化非晶碳膜，因为具有与钻石相似的性质，故也称为类钻石碳（DLC - Diamond Like Carbon）。

这种硬质碳膜 DLC 具有硬度高（维氏硬度 3000HV 以上），耐磨耗性好，磨擦系数小（超硬合金的 1/8），耐腐蚀性好的优点。

作为在该导向套筒的内表面形成硬质碳膜的方法有例如，在含有碳的气体的雾围中将薄膜形成的压力减到 5×10^{-3} torr，在导向套筒上加上 - 3KV 的直流电压产生等离子体，从而形成硬质碳膜的等离子体 CVD 法（等离子体化学蒸汽涂敷加工）。

但是，这种等离子体 CVD 法因为是以导向套筒周围区域中产生的等离子体为主，将含碳的气体分解形成硬质碳膜，在导向套筒的外表面可以形成均匀的硬质碳膜，而在导向套筒的内表面所形成的硬质碳膜的粘着性不好，不仅如此还有硬度等膜的质量低劣的问题。

其原因是因为在导向套筒的中心开口之中，因为形成同电位的电极相互间相对的空间，从而在该中心开口中会发生被称为空穴放电的等离子体异常放电。由于这种空穴放电所形成的硬质碳膜为类似聚合物的粘着性不好的薄膜，容易从导向套筒的内表面剥离，硬度也低。

而且上述硬质碳膜的形成方法是在薄膜形成压力为 5×10^{-3} torr 时在导向套筒 11 上加上由电源 73 提供的 - 3KV 的直流电压。

在这种真空槽中的压力为 5×10^{-3} torr 左右的状态，真空槽中的空间中具有大量的电子等电荷，空间阻抗低。因此在等离子体开始发电的瞬间，容易在导向套筒中发生作为异常放电的电弧放电现象。

不仅如此，在等离子体放电开始时，因为是硬质碳膜的薄膜形成的初期，在该薄膜形成初期所形成的膜的质量决定着导向套筒的粘着性。

因此，等离子体放电的最初的时期，一旦发生作为异常放电的电弧放电，硬质碳膜的膜的质量和粘着性就将下降，出现容易从导向套筒的

内表面剥离的问题。

所以，本发明的目的就是解决上述问题，在导向套筒与被加工件滑动接触的内表面形成膜的质量和粘着性好的硬质碳膜。

本发明为了达到上述目的，由在沿轴方向有中心开口的大体为圆筒状的物体构成，在其一端具有锥形外周面与被加工件滑动接触的内表面和开槽；在安装于自动车床时，将被插入上述中心开口的被加工件保持在可在切削工具附近旋转及沿轴的方向滑动的导向套筒的内表面上按下述的顺序形成硬质碳膜。

将上述导向套筒放入具有气体导入口和排气口及阳极和灯丝的真空槽中，在形成导向套筒的内表面的中心开口中插入辅助电极并将其接在地电位。

上述真空槽中排气之后，由上述气体导入口将含有碳的气体引入该真空槽，在经电抗器使上述导向套筒加上直流电压的同时，分别给上述阳极加上直流电压，灯丝加上交流电压，真空槽中产生等离子体，利用等离子体 CVD 法在该导向套筒的内表面形成硬质碳膜。

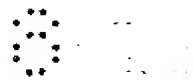
又，作为在真空槽中产生等离子体的方法也可在真空槽中不设阳极与灯丝，而借助电抗器在导向套筒上加上直流电压来产生等离子体。

并且，在真空槽中放置若干个导向套筒，分别给各个导向套筒插入辅助电极，各导向套筒分别经电抗器加上直流电压从而在真空槽内产生等离子体，可以在一个真空槽中使若干个导向套筒的内表面同时形成硬质碳膜。

此时，若干个导向套筒既可经同一个电抗器加上直流电压，也可以分别经各自的电抗器由各自的直流电源或共同的直流电源加上直流电压。

这样，经电抗器在导向套筒上加上直流电压后，真空槽中产生等离子体，在导向套筒的内表面形成决定硬质碳膜的质量的薄膜的形成初期，不发生作为异常放电的电弧放电，从而可形成膜的质量和粘着性好的硬质碳膜。

此外，导向套筒的中心开口中插入接地电位的辅助电极时，真空槽内引入含碳的气体的同时产生等离子体，可在导向套筒的内表面迅速



的，且由开口端到深处形成均匀的硬质碳膜。

不仅如此，也可在导向套筒的内表面放置提高粘着性的中间层后，再以上述方法形成硬质碳膜。

下面将结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。

图 1 为适用于本发明的导向套筒一个例子的纵剖面图。

图 2 为其外观的斜视图。

图 3 为适用于本发明的导向套筒的另一个例子的纵剖面图。

图 4 至图 7 为相应于图 1 和图 3 中图 A 所包围的部分的放大的剖面图。

图 8 为对图 5 的局部进一步放大的中间层结构地示意图。

图 9 为对在导向套筒内表面中间层形成方法的一个例子进行说明的装置的概要剖面图。

图 10 为对本发明的在导向套筒内表面形成硬质碳膜的方法的第一实施例进行说明的装置的要的剖面图。

图 11 为图 10 所示的绝缘体支撑物 80 的具体结构的剖面图。

图 12 至图 18 分别为对本发明的在导向套筒内表面形成硬质碳膜方法的第 2 至第 8 实施例进行说明的装置的概要剖面图。

图 19 为在图 10 的实施例中追加被覆材料时和图 10 有同样的剖面图。

图 20 为对采用伪构件在导向套筒的内表面形成硬质碳膜的方法的实施例进行说明的和装置的图 10 有同样的概要剖面图。

图 21 为图 20 实施例中使用的伪构件的斜视图。

图 22 为对在使用伪构件的导向套筒的内表面形成硬质碳膜的方法的另一个实施例进行说明的，和装置图 15 为同样的概要剖面图。

图 23 采用适用于本发明的导向套筒的装备有固定型导向套筒的自动车床主轴附近区域的剖面图。

图 24 为采用适用于本发明的导向套筒的装备有旋转型导向套筒的自动车床主轴附近区域的剖面图。

以下将根据附图对本发明的实施例加以说明。

首先采用对适用于本发明的方法的在与本加工件滑动接触的内表面



形成了硬质碳膜的导向套筒的自动车床的结构作简单的说明。

图 23 为数控自动车床主轴附近区域的剖面图。在该自动车床上固定着导向套筒 11，以其内表面 11b 将被加工件 51（用假想线表示）保持在旋转自如的状态，为设置有固定型导向套筒装置 37 的设备。

主轴台 17 可以在该数控自动车床图中没有示出的皮带上方沿图的左右方向滑动。

在主轴台 17 上设有由轴承 21 支撑可以旋转的主轴 19。在主轴 19 的前端安装着弹簧卡盘 13。

该弹簧卡盘 13 装在卡盘套筒 41 的中心孔中。弹簧卡盘 13 的前端的外表面为锥面 13a，和长盘套筒 41 的内表面的锥面 41a 相互之间以面接触。

不仅如此，在中间套筒 29 中弹簧卡盘 13 的后端部设有由带状弹簧材料制成的线圈状的弹簧 25。因此由于该弹簧 25 的动作可将弹簧卡盘 13 由中间套筒 29 中压出。

弹簧卡盘 13 的前端位置，受与位于主轴 19 的前端的弹簧固定用的锁紧螺母 27 接触的位置的限制。因此可以防止弹簧卡盘 13 在弹簧 25 的弹力的作用下由中间套筒 29 中飞出。

在中间套筒 29 的后端部设有借助中间套筒 29 的卡盘开闭机构 31。而且通过使长盘开闭爪 33 开闭可以使弹簧卡盘 13 开闭从而使被加工件 51 被夹持或释放。

即，随卡盘开闭机构 31 的卡盘开闭爪 33 的前端部向相互打开的状态移动，卡盘开闭爪 33 和中间套筒 29 相接触的部分沿图 23 向左的方向移动，将中间套筒 29 向左推。由于该中间套筒 29 向左移动，与中间套筒 29 的左端相接触的卡盘筒 41 向左移动。

而且，弹簧卡盘 13 在主轴 19 的前端的弹簧止动用的锁紧螺母 27 的作用下防止其由主轴 19 飞出。

因此，由于向该卡盘套筒 41 的左方向移动，弹簧卡盘 13 的具有开槽的外周锥面 13a 与长盘套筒 41 的内圆锥面 41a 被压紧，相互沿锥面运动。

作为其结果，弹簧卡盘 13 的内表面的直径变小，可将被加工件 51



夹持住。

当弹簧卡盘 13 的内表面直径变大从而将被加工件 51 释放时，卡盘开闭爪 33 的前端部向相互闭合的状态移动，消除将卡盘套筒 41 向左方压紧的力。

于是由于弹簧 25 的复原力使中间套筒 29 和卡盘套筒 41 向图的右方向移动。

这使得弹簧卡盘 13 的外周锥面 13a 和卡盘套筒 41 的内周锥面 41a 的压紧力被除去。从而使弹簧卡盘 13 在本身具有的弹性力作用下使内表面的直径变大，将被加工件 51 释放。

主轴台 17 的前方还设有立柱 35，其配置方式使导向套筒装置 37 的中心轴线和主轴中心线相一致。

该导向套筒装置 37 将导向套筒 11 固定，为以该导向套筒 11 的内表面 11b 使被加工件 51 保持在可以旋转的状态的固定型的导向套筒装置 37。

在立柱 35 上固定的夹具 39 的中心孔中嵌入套筒套管 23，在该套筒套管 23 的前端的内表面为锥面 23a。

而且在该套筒套管 23 的中心孔中嵌入了前端部的外周为锥面 11a 且其上形成有开槽 11c 的导向套筒 11。

在导向套筒装置 37 的后端部位，可以利用转动安装于导向套筒 11 的螺纹部 43 的调整螺母 43 来调整导向套筒 11 的内径和被加工件 51 的外形之间的间隙大小。

即当将调整螺母 43 右旋时，导向套筒 11 相对于套筒套管 23 向图中的右方向移动，和弹簧卡盘 13 时同样，套筒套管 23 的内周锥面 23a 和导向套筒 11 的外周锥面 11a 相互压紧，使导向套筒 11 的前端部的内径变小。

在导向套筒 27 的更前端装有切削工具（刀具）45。

并且，在将被加工件 51 用主轴 19 的弹簧卡盘 13 夹持的同时还以导向套筒装置 37 支撑，且对贯通该导向套筒装置 37 并在加工领域中突出的被加工件 51，根据切削工具 45 的进退和主轴台 17 的移动所构成的合成运动进行所定的切削加工。



其次,对于将夹持被加工件的导向套筒 11 以旋转状态使用的旋转型的导向套筒装置利用图 24 来加以说明。图 24 中与图 23 相对应的部分采用相同的符号。

作为旋转型的导向套筒装置,包括弹簧卡盘 13 和导向套筒 11 同步旋转的导向套筒装置和不同步旋转的导向套筒装置。图示的导向套筒装置 37 为弹簧卡盘 13 和导向套筒 11 同步旋转的装置。

该旋转型导向套筒装置 37,由从主轴 19 的锁紧螺母 27 突出的旋转驱动棒 47 将其驱动。也可利用齿轮和皮带轮代替旋转驱动棒 47 驱动导向套筒装置 37。

这种旋转型的导向套筒装置 37 具有在固定在立柱 35 上的夹具 39 的中心孔中嵌入的借助轴承 21 处于可以旋转状态的套筒套管 23。此外在该套筒套管 23 的中心孔中嵌入导向套筒 11。

套筒套管 23 和导向套筒 11 具有如图 23 所示的部件同样的结构。而在导向套筒装置 37 的后端部根据安装在导向套筒 11 的螺纹部分的调整螺母 43 的旋转,可以缩小导向套筒 11 的内径,调整导向套筒 11 的内径和被加工件 51 的外形之间的间隙大小。

导向套筒装置 37 旋转部分以外的结构和图 23 所表示的自动车床结构相同,故将其说明略去。

以下将适用于本发明的内表面上形成硬质碳膜的导向套筒的结构加以说明。

图 1 为该类导向套筒的一个例子的纵剖面图,图 2 为其外观的斜视图。

上述图中所示的导向套筒 11 前端部为开放的自由状态。该导向套筒 11 为轴方向具有中心开口 11j 的大体圆筒形的物体,纵向的一端形成有外周锥面 11a,另一端则为螺纹部 11f。

而且该导向套筒 11 的中心开口 11j 中在外周为锥面 11a 的一端的内侧,具有夹持被加工件 51 的内表面 11b;该内表面 11b 以外的区域为具有比内表面 11b 的内径要大的内径的台阶部 11g。

并且,该导向套筒 11 从外周锥面 11a 到弹簧部 11d 具有沿 120°间隔将外周锥面 11a 沿圆周方向分为三等分的 3 个开槽 11c。

由于上述套筒套管的内周锥面挤压该导向套筒 11 的外周锥面 11a，弹簧部 11d 弯曲，可以调整内表面 11b 和图 1 中以假想线所表示的被加工件 51 之间的间隙的大小。

不仅如此，在该导向套管 11 中在弹簧部 11d 和螺纹部 11f 之间设有配合部 11e。而且利用该配合部与图 23 和图 24 中所示的套筒套管 23 的中心孔相配合，可使导向套筒 11 位于主轴的中心线上，而且与主轴的中心线相平行。

作为该导向套筒 11 的材料采用合金工具钢（SKS），在内、外形状均加工完成后，进行淬火处理与回火处理。

不仅如此，最好在该导向套管 11 的内表面 11b 上如图 3 所示将超硬构件 12 用钎焊方法加以固定。该种超硬构件 12 由 85 % ~ 90 % 的钨，5 % ~ 7 % 的碳和 3 % ~ 10 % 作为粘合剂用的钴构成。

可是，该导向套筒 11 外周锥面 11a 为闭合的状态时，内表面 11b 被加工件之间的径向具有 $5\mu\text{m}$ ~ $10\mu\text{m}$ 的间隙。因此，被加工件 51 出入时会与内表面 11b 发生滑动接触，产生磨损的问题。

此外，在使用如图 23 所示的固定型的导向套筒装置时，因为在固定的导向套管 11 中保持的被加工件 51 被以高速旋转加工，内表面 11b 和被加工件 51 之间产生高速滑动，并且由于切削负荷向内表面产生过大的被加工件 51 的压紧压力，会出现烧接的问题。

因此，在该导向套筒 11 的内表面 11b 上设有上述的硬质碳膜（DLC）15。该硬质碳膜 15 膜的厚度为 $1\mu\text{m}$ ~ $5\mu\text{m}$ 。

在图 1 所示的例中为在导向套筒的基材（合金工具钢）上借助后述的中间层形成硬质碳膜 15，在图 3 的例中则为超硬构件 12 上直接或借助后述的中间层形成硬质碳膜 15。

该硬质碳膜具有类似钻石的性质。即机械强度高，摩擦系数小具有润滑性，并且还具有良好的电气绝缘性能和高的热传导率，及优良的抗腐蚀性等特征。

因此在内表面上设有硬质碳膜 15 的导向套筒 11 的耐磨耗性得到很大的提高，即便长期使用和在重切削加工时也可以抑制与被加工件 51 相接触的内表面 11b 的磨损。而且可以抑制被加工件 51 缺陷的发生和导向

套筒与被加工件烧接的发生。

因此，该导向套筒 11 可以大幅度提高长时间使用的可靠性，可以在固定型的导向套筒装置中充分使用。

这里对该导向套筒 11 内表面 11b 上形成硬质碳膜 15 的部分的各种结构的例子参照表示与图 1 和图 3 圆 A 围住部分相应的放大剖面图图 4 至图 7 及表示图 5 的局部放大的中间层的结构的图 8 加以说明。

图 4 为图 1 A 部的放大图，在导向套筒 11 的内表面 11b 的基材（合金工具钢）上借助以提高粘着性为目的的中间层 16 形成膜厚为 $1\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ 的硬质碳膜。而，根据导向套筒基材的材质，也可以不利用中间层 16 而直接在其表面上形成硬质碳膜。

图 5 和图 6 为图 3 A 部的放大图，在导向套筒 11 的内表面 11b 的基材上都用钎焊固定一层厚度为 $2\text{mm} \sim 5\text{mm}$ 的超硬构件 12，在其内表面再形成硬质碳膜 15。这种方法可以进一步提高导向套筒 11 的耐久性。

图 5 所示的例中在超硬构件 12 的内表面上借助为进一步提高粘着性用的中间层 16 形成硬质碳膜 15。

在这些例中在硬质碳膜 15 的下面设置的超硬构件 12 可采用碳化钨（WC）等超硬合金和碳化硅（SiC）等陶瓷烧结体。在陶瓷烧结时通常添加作为粘结剂的 Cr，Ni，Co 等，当添加剂少时不用借助中间层可直接在超硬件 12 上形成硬质碳膜 15。

图 7 为在导向套筒 11 的内表面 11b 不用超硬构件 12，而在其内表面 11b 的附近的基材上形成渗碳层 11K，利用该渗碳层 11K 在内表面 11b 上形成硬质碳膜 15 的例子。

所谓渗碳作为钢材表面硬化的一种方法使表层硬化而深部则仍保持强韧的性质的处理为人们所共知。比如在甲烷（ CH_4 ）和乙烯（ C_2H_4 ）等含碳的渗碳气体和作为载体的氮气（ N_2 ）的混合气体的雾围中按下述条件进行渗碳处理。

渗碳条件

温度 100°C

时间 30 分钟

渗碳深度 0.5mm

这样在导向套筒 11 的内表面 11b 的表层形成渗层 11K 时可在其表面直接形成硬质碳膜 15，或在其表面再形成提高粘着性的中间层 16，借助该中间层形成硬质碳膜 15。

作为中间层 16 采用周期表第 IVb 族的硅 (Si) 和锗 (Ge) 或硅和锗的化合物均可。也可用含碳的化合物碳化硅 (SiC) 和碳化钛 (TiC)。

而且，作为中间层 16 也可用钛 (Ti)、钨 (W)、钼 (Mo) 或钽 (Ta) 和硅 (Si) 的化合物。

此外，中间层 16 也可如图 8 所示采用由钛 (Ti) 或铬 (Cr) 形成下层 16a，硅 (Si) 或锗 (Ge) 形成上层 16b 的双层膜的结构。

这样，中间层 16 的下层 16a 的钛和铬达到保证与导向套筒 11 的基材粘着的效果，上层 16b 的硅和锗为与硬质碳膜 15 形成共价键从而达到与该硬质碳膜 15 结合紧密的目的。

此外，作为中间层 16 也可采用钛化合物或铬化合物作为下层而以硅化合物或锗化合物作为上层的双层膜的结构，或采用钛或铬构成的下层和硅化合物或锗化合物的上层构成的两层膜，也可采用钛化合物或铬化合物的下层和硅或锗的上层形成的两层膜。

作为上述中间层 16 的形成方法有溅射法、离子镀膜法、化学蒸汽涂敷法 (CVD) 和喷镀法。

以下利用图 9 对采用溅射法形成中间层 16 的方法加以说明。

如图 9 所示，在真空槽 19 的壁 91a 的内侧固定着靶盖 9b，在其中装有作为中间层材料的靶 90。而且将导向套筒 11 的内表面 11b 一侧的端部布置得与该靶 90 相对。此时导向套筒 11 的中心开口 11j 的轴线和靶 90 的表面相垂直。

靶 90 为由上述列举的中间材料钛 (Ti)、铬 (Cr)、硅 (Si)、碳化硅 (SiC) 或碳化钨 (WC) 制成。

其后，将导向套筒 11 和直流电源 92 相连接。靶 90 与靶电源 97 相连接。利用图中没有示出的排气装置使真空槽 91 中的真空度达到 10^{-5} torr 以下，由排气口 95 作真空排气。

其后由气体导入口 93 将作为溅射气体用的氩 (Ar) 气引入，将真

空槽中的真空度调整到 3×10^{-3} torr.

此后, 给导向套筒 11 加上由直流电源 92 提供的负 50V 的直流电压, 给靶 90 加上由靶电源 97 提供的负 600V 直流电压。此时真空槽 91 中产生等离子体, 由于等离子体中的离子作用在靶 90 的表面溅射。

这样, 由靶 90 的表面被轰出的中间层材料附着在导向套筒 11 的未被覆盖材料 94 覆盖的部分, 如图 4 所示, 形成中间层 16。或如图 5 所示, 也可在固定在导向套筒 11 的内表面 11b 的超硬构件 12 上形成中间层 16。该中间层 16 的膜厚为 $0.5\mu\text{m}$ 左右。

但是如图 8 所示, 将中间层 16 分为下层 16a 和上层 16b 两层膜时, 开始使用下层材料(如钛或 Cr)作为靶 90 形成 $0.5\mu\text{m}$ 左右的下层 16a, 其后使用上层材料(如硅或锗)作为靶 90 形成 $0.5\mu\text{m}$ 左右的上层 16b。

如图 9 所示, 在形成中间层时, 将导向套筒 11 的外表面用铝箔等覆盖材料 94 加以覆盖, 从而可仅在导向套筒 11 的内表面形成中间层。

又, 使用碳化硅(SiC)作为上述超硬构件 12 时, 要以不用形成该中间层 16。因为碳化硅为周期表第 Ivb 族的硅和碳的化合物, 和其表面形成的硬质碳膜形成共价键, 可以得到高的粘着性。

以下将对根据本发明在导向套筒的内表面形成硬质碳膜的方法的各种实施例加以说明。

首先, 以图 3 的导向套筒 11 为例对在其内表面 11b 形成硬质碳膜之前导向套筒的制造过程加以说明。

导向套筒 11 为对合金工具钢(SKS)进行切削加工, 形成外围锥面 11a, 弹簧部 11d, 配合部 11e 和螺部 11f, 在中心开口 11j 中形成内表面 11b 和比其内径大的台阶部 11g。其后将圆筒状的超硬合金构件 12 利用钎焊固定在导向套筒 11 的内表面 11b。

然后, 进行放电加工, 在该导向套筒 11 的外周锥面 11a 一侧形成间隔为 120° 的开槽 11c。

其后再进行研磨加工对内表面 11b, 外周锥面 11a 和配合部 11e 进行研磨, 得到硬质碳膜形成前的导向套筒 11。

其后以如图 9 所示的方法形成一层或二层中间层。

以下, 根据图 10 对采用本发明的在导向套筒内表面形成硬质碳膜方

法的第一实施例加以说明。

图 10 中 61 为具有气体导入口 63 和排气口 65 的真空槽，在其内中部的上方装有阳极 79 和灯丝 78。

在真空槽 61 内中部的下方，将上述导向套筒 11 下部垂直固定在绝缘支持物 80 上。

此外，在该导向套筒 11 的中心开口 11j 中插有借助真空槽 61 与接地电位相连接的细棒状的辅助电极 71。图中辅助电极 71 位于导向套筒 11 中心开口 11j 中心的部位（大体为轴线上）。

又，该辅助电极 71 是用不锈钢等金属材料制成。此外，该辅助电极 71 其前端不由导向套筒 11 的开口端 11h 突出，最好位于内部 1mm 左右。

而且为使真空槽内真空度达到 3×10^{-5} torr，由排气口 65 真空排气。

其后，由气体导入口 63 向真空槽 61 中引入作为含碳气体的苯，将真空槽 61 中的压力控制在 5×10^{-3} torr。

其后在导向套筒 11 上加上由直流电源 73 借助电抗器 74 提供的负直流电压，在阳极 79 上加上由阳极电源 75 所提供的正直流电压，在灯丝 78 上加上由灯丝电源 77 提供的交流电压，使真空槽内产生等离子体，利用等离子体 CVD 法在导向套筒 11 的内表面 11b 上形成氢化非晶碳的硬质碳膜。

此时由直流电源 73 加在导向套筒 11 上的直流电压为负 3KV，由阳极电源 75 加在阳极 79 上的直流电压为正 50V。并且，电灯丝电源 77 加在灯丝 78 上的交流电压在流过电流为 30A 时为 10V 左右的交流电压。

电抗器 74 为在磁性材料作成的心上以铜线绕制而成，其电抗值设定为 100mH 左右。

这样，由直流电源 73 经过电抗器 74 加在导向套筒 11 上的负直流电压，就可在放于真空槽 61 中的导向套筒 11 的周围产生稳定的等离子体。

决定硬质碳膜质量的薄膜形成的初期，导向套筒 11 中因为不发生作为异常放电的弧放电，硬质碳膜的质量和粘着性均得到提高。

此外因为将插入导向套筒 11 的中心开口 11j 中的辅助电极 71 接地，可以不仅在导向套筒 11 的外周部并且在开口 11j 内部均产生充分的

等离子体。

并且，由于不产生作为异常放电的空穴放电，也提高了导向套筒 11 的内表面 11b 上的硬质碳膜的粘着性。

此外，由于在导向套筒 11 的内表面纵向电位特性均匀，内表面 11b 上形成的硬质碳膜的膜厚的分布也均匀。并且，因为成膜速度快，可以由开口端面到里面在短时间内即生成均匀膜厚的硬质碳膜。

辅助电极 71 的外径比导向套筒 11 的中心开口 11j 的内径小既可，最好与形成了硬质碳膜的内表面 11b 之间有 5mm 左右的间隙，即希望具有等离子体形成的区域。希望辅助电极 71 的直径与导向套筒 11 的开口的直径之比为 1/10 以下，可以用细线状的辅助电极。

前已说过，该辅助电极 71 用不锈钢制成，也可以用钨 (W) 和钽 (Ta) 等高熔点的金属材料制成。并且该辅助电极 71 的剖面形状为圆形。

图 11 所示为将图 10 加以简化得到的导向套筒 11 和辅助电极 71 支撑用的绝缘支撑物 80 的具体构造。

绝缘支撑物 80，如图 11 所示，具有和导向套筒 11 电气连接用的第一电极板 85，其露出的面以由陶瓷和树脂材料构成的第一绝缘构件 87 和第二绝缘构件 88 加以覆盖。该第一电极板 85 经过电抗器 74 与直流电源 73 相连接。

并且，在导向套筒 11 的内表面 11b 形成硬质碳膜时，将具有不在内表面 11b 附近的台阶部 11g 引起台阶的作用的，导电性的插入构件 83 装在导向套筒 11 的中心开口 11j 中。

插入构件 83 内径的尺寸与导向套筒 11 的内表面 11b 的开口尺寸大体相同。且插入构件 83 的外形形状与导向套筒 11 的中心开口 11j 的内表面 11b 附近的内壁形状相同。

此外，支承插入构件 83 的第一绝缘子 81 和支承第一绝缘子 81 的第二绝缘子 82 被安装在导向套筒的中心开口 11j 内的台阶部 11g 中。第一绝缘子 81 和第二绝缘子 82 均由陶瓷绝缘材料制成。

在第一绝缘子 81 和第二绝缘子 82 上具有将辅助电极 71 和该辅助电极 71 插入并加以支撑的辅助电极支撑构件 72 插入的通孔，并且在第二

绝缘子 82 上有由导向套筒 11 突出的突出部 82a。辅助电极在辅助电极支撑构件 72 的作用下装在导向套筒 11 中心开口 11j 内的中央。

第一绝缘子 81 上具有和辅助电极间的间隙为 0.01mm 到 0.05mm 左右的小直径的通孔 81a，和决定辅助电极支撑构件 72 的粗直径部 72a 的大直径的孔 81b。即在第一绝缘子 81 上设有阶梯状的孔。

与之相应，在第二绝缘子 82 上具有确定辅助电极支撑构件 72 的大直径部 72a 和小直径部 72b 的位置的阶梯状孔 82b。该第二绝缘子 82 的上述突出的部分 82a 嵌入第一电极板 85 的孔 85a 中。

此外，导向套筒 11 的螺纹部 11f 的阳螺纹与具有阴螺纹的导向套筒支承物 84 相连接。该导向套筒支承物 84 起着防止第一绝缘子 81 和第二绝缘子 82 由导向套筒 11 的中心开口 11j 中脱落的作用。该导向套筒支承物 84 用不锈钢材料制成。在第一绝缘构件 87 上设有与该导向套筒支承物 84 的外形尺寸相一致的开口部 87a。

因导向套筒支承物 84 的底面和电极板 85 的上表面相接触，加大了导向套筒 11 与电极板 85 的接触面积。这样可以使由直流电源 73 经电抗器施加的直流负电压稳定，抑制硬质碳膜的厚度和质量的偏差。

在放置第二绝缘构件 88 的第三绝缘构件 89 上设有凹部 89a，使得第二电极板 86 嵌入后仍保持平面。而辅助电极支撑构件 72 的小直径部 72b 由第二绝缘子 82 向下突出，贯通第二绝缘构件 88，嵌入第二电极板 86 的中心孔 86a 中。

若干个垂直设立的与第二电极板 82 的背面相接触，嵌入第三绝缘构件 89 中的金属制机架 100，如图所示安装于导电材料制成的真空槽 62 的底面。

因此辅助电极 71 经辅助电极支撑构件 72，第二电极板 86，机架 100 和真空槽 61 接地。

这样，在导向套筒 11 的台阶部 11g 借助第一绝缘子 81 和第二绝缘子 82 来配置辅助电极 71 和辅助电极支撑构件 72，可以将辅助电极 71 正确地配置于导向套筒 11 的中心开口 11j 的中心。

如辅助电极 71 的配置与导向套筒 11 的中心开口 11j 的中心偏离，辅助电极 71 和导向套筒 11 的内表面 11b 之间的等离子体放电不平衡，

硬质碳膜的厚度和质量均发生偏差。

这里将与导向套筒 11 的台阶部 11g 的内径尺寸相符合的第一绝缘子 81 和第二绝缘子 82 插入，进一步以绝缘子 81 和 82 的孔部 81a,81b 和 82b 对辅助电极 71 的位置加以限制，可以将辅助电极 71 正确地配置于导向套筒 11 的中心开口 11j 的中心。因此，内表面 11b 上形成的硬质碳膜的厚度和质量就不会发生偏差。

此外，因为第二绝缘子 82 由导向套筒 11 突出的突出部 82a 如前所述与第一电极板 85 的孔相配合，利用该突出部 82a，可以使导向套筒 11 和辅助电极 71 实现完全地绝缘隔离。

以下，根据图 12 对本发明的在导向套筒的内表面生成硬质碳膜方法的第二实施例加以说明。

该第二实施例和此后将说明的第三、第四实施例，如图 10 所示，为在同样的真空槽中装有若干个导向套筒，它们的各自的内表面上，同时形成硬质碳膜的实施例。

图 12 所示的第二实施例在真空槽 61 中有两个导向套筒 11A，11B，在各自的中心开口 11j 的中央分别插入辅助电极 71A，71B。两个导向套筒 11A，11B 装于具有通过辅助电极 71A，71B 的开口 55a，55b 的导电板 55 上，将辅助电极 71A，71B 分别置于各自中心开口 11j 的中心部位。

辅助电极 71A，71B 垂直安装在由导电材料制成的真空槽 61 的底面，经该真空槽 61 接地。

导电板 55 经绝缘材料制成的机架 56 安装在真空槽 61 底面上并与之绝缘。

因此，该导电板 55 经电抗器 74 由直流电源 73 供给负直流电压，该负直流电压被加到各导向套筒 11A 和 11B 上。即在该实施例中两个导向套筒 11A，11B 经同一个电抗器施加直流电压。

因其他条件与图 10 说明的第一实施例相同，真空槽 61 中产生等离子体，利用等离子体 CVD 方法在各个导向套筒 11A，11B 的内表面 11b 上同时形成硬质碳膜。

以下，借助图 13 对本发明的在导向套筒内表面上形成硬质碳膜的方



法的第三实施例加以说明。

第三实施例中与上述第二实施例不同的地方如图 13 所示,仅是两个导向套筒 11A, 11B 分别经在真空槽 61 内底面上的机架 56A, 56B 装于各自的导电板 55A, 55B 上,各自的直流电源 73A, 73B 经各自的电抗器 74A, 74B 和导电板 55A, 55B, 分别在导向套筒 11A, 11B 上加上负直流电压。电抗器 74A, 74B 的电抗值一同设定为 100MH 左右。

在该实施例中,若干个导向套筒 11A, 11B 间等离子体放电的独立性可以得到提高。因此不会发生相互之间等离子体放电的干扰,等离子体放电稳定,可以在导向套筒 11A, 11B 各自的内表面 11b 形成膜质量好,粘着性好的硬质碳膜。

以下根据图 14 对本发明的在导向套筒内表面形成硬质碳膜方法的第四实施例加以说明。

在第四实施例中和第三实施例不同的仅是如图 14 所示,两个导向套筒 11A, 11B 由共同的直流电源 73, 经各自的电抗器 74A, 74B 和导电板 55A, 55B 施加负的直流电压。

该实施例中提高了若干个导向套筒 11A, 11B 之间等离子体放电的独立性,而由于使用同一个直流电源 73, 可以降低装置的价格。

以下参照图 15 对本发明的在导向套筒的内表面形成硬质碳膜的方法的第五个实施例加以说明。

图 15 中与图 10 中相应的部分采用同一符号并略去对其的说明。

在该实施方式中所使用的真空槽 61 中没有图 10 所示的阳极 79 和灯丝 78。

第五实施例与图 1 所示的第一实施例中的硬质碳膜形成方法不同的点是在真空槽中插入了接地的辅助电极的导向套筒 11, 由直流电源 73' 经电抗器 74 施加负 600V 的直流电压, 和作为含碳的气体甲烷 (CH_4) 被导入真空槽 61 中将真空度调整为 0.1Torr。

这样,在导向套筒的外表面侧和内表面侧均产生稳定的等离子体,导向套筒 11 整个表面形成质量和粘着性好的硬质碳膜。具体地说,在和辅助电极 71 相对的内表面 11b 可以在整个长度上短时间内形成膜厚大体均匀的硬质碳膜 15。



以下结合图 16 对本发明的在导向套筒的内表面形成硬质碳膜的方法的第六实施例加以说明。

该第六实施例和其后说明的第七、第八实施例和图 12 至图 14 说明的第二至第四实施例相同均为在真空槽中放置若干个导向套筒，在它们各自的内表面同时形成硬质碳膜的实施例。

在图 16 中和图 12 相同的部分采用同一符号但略去对其的说明。

图 16 所示的第六实施例中和图 12 所示的第二实施例不同处在于和图 15 所示的第五实施例相同，所使用的真空槽 61 不具有阳极 79 和灯丝 81，在其内部放置的两个导向套筒 11A，11B 经单一的电抗器 74 由直流电源 73' 施加负 600V 的直流电压，在真空槽 61 中产生等离子体。

用这种方法可以得到与上述第二实施例同样的效果。

以下根据图 17 对本发明的在导向套筒的内表面形成硬质碳膜的方法的第七实施例加以说明。

图 17 中与图 13 相同的部分采用同一符号但略去对其的说明。

图 17 所示的第七实施例和图 13 所示的第三实施例不同的地方在于和图 15 所示的第五实施例同样，采用不具有阳极 79 和灯丝 78 的真空槽 61，在其内部放置的两个导向套筒 11A，11B 分别经各自的电抗器 74A，74B 由各自的直流电源 73'A，73'B 施加负 600V 直流电压，在真空槽 61 中产生等离子体。

采用这种方法可以得到与上述第三实施例同样的效果。

以下，结合图 18 对本发明的在导向套筒的内表面形成硬质碳膜的方法的第八实施例加以说明。

图 18 中与图 14 中相同的地方采用同一符号，略去对其的说明。

图 18 所示的第八实施例和图 14 所示的第四实施例不同的点在于和图 15 所示的第五实施例相同，使用了不具有阳极 79 和灯丝 78 的真空槽 61，在其内部放置的两个导向套筒 11A，11B 由共同的直流电源 73' 经各自的电抗器 74A，74B 分别施加负 600V 的直流电压，在真空槽 61 中产生等离子体。

用这种方法可以得到和上述的第四实施例同样的效果。

以上说明的方法既可以在导向套筒 11 的外表面和内表面两面均形

成硬质碳膜，也可仅在内表面上形成硬质碳膜。

该实施例如图 19 所示。图 19 与图 10 不同的点仅在于将导向套筒的外表面用铝箔等覆盖构件加以覆盖。

这样，可仅在含有导向套筒 11 的内表面 11b 的中心开口 11j 的内壁形成坚固的硬质碳膜。

这样，可以使导向套筒的外形尺寸保持高精度，且可以防止由于导向套筒整个表面均形成硬质碳膜使得开槽部分的韧性降低。

以下结合图 20 和图 21 对本发明的在导向套筒的内表面形成硬质碳膜的方法的第十实施例加以说明。

图 20 中和图 10 相同的部分采用同样的符号，略去对其的说明。

图 20 和图 10 不同的点在于使用具有与导向套筒 11 的内表面 11b 的直径大体相同的内径的，图 21 所示的环状的伪构件 53。该伪构件 53 和辅助电极 71 相同由不锈钢制成。该伪构件 53 的外径尺寸和导向套筒 11 的开口端面 11h 的大小大体相同。

如图 20 所示，在具有气体导入口 63 和排气口 65 的真空槽 61 中放置有要形成硬质碳膜的导向套筒 11。而在导向套筒 11 的开口端面 11h 上放在伪构件 53。

此时，导向套筒 11 的内表面 11b 和伪构件 53 的内表面一致。

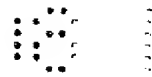
在该导向套筒 11 的内表面 11b，可如上所述予先将硬质材料粘着形成中间层。

但是，和图 10 相同，在该导向套筒 11 的中心开口 11j 的中心插有处于接地电位的辅助电极 71。此时辅助电极 71 的端部不从伪构件 53 的上端面突出而在略低于其的位置。

其他和图 10 所示的方法相同，为慎重起见，加以说明，真空槽内使真空度达到 3×10^{-5} torr，由排气口 65 进行真空排气。

其后，由气体导入口 63 将作为含碳的气体的苯 (C_6H_6) 导入真空槽 61 中，将真空槽 61 中的压力控制在 5×10^{-3} torr。

其后，导向套筒 11 由直流电源 73 经电抗器 74 施加负 3KV 的直流电压，由阳极电源 75 向阳极 79 施加正 50V 的直流电压，由灯丝电源 77 向灯丝 78 施加流过电流为 30A 时 10V 的交流电压。



这样真空槽内导向套筒 11 周围的区域产生等离子体,利用等离子体 CVD 法在包括导向套筒 11 的内表面 11b 的表面上形成硬质碳膜。

此时辅助电极的作用和上述第一实施例的场合相同,伪构件 53 的作用如下所述。

即,在上述导向套筒 11 中形成硬质碳膜的方法中,导向套筒的内表面和外表面均产生等离子体。而且在导向套筒 11 的端面容易产生电荷集中;与里面相比,开口端面区处于高电位的状态,产生所谓的边缘效应。从而使导向套筒 11 的开口端面 11h 的附近的等离子体强度比其他区域要大,而且不稳定。

不仅如此,在导向套筒 11 的端部区域受到里面的等离子体和外表面的等离子体双方的影响。

而且,在这种状态下形成的硬质碳膜在由导向套筒 11 的开口端部到几 mm 内侧的区域,和在其他区域的硬质碳膜的粘着性间有一定区别,甚至膜的质量也不同。

因此如图 20 所示,在导向套筒 11 的开口端面 11h 上放置伪构件 53 形成硬质碳膜时,膜的质量和粘着性不同的区域不会在导向套筒 11 的里面形成,而将形成在伪构件 53 的开口里面。

实验表明在以图 10 所示的方法在导向套筒上形成硬质碳膜时由导向套筒 11 的开口端面到 4mm 左右的里面形成宽度为 1mm 到 2mm 的膜,且其的质量和粘着性有差异的区域。

但以图 20 所示的方法将具有与导向套筒 11 的开口的尺寸大体相同的开口,长度为 10mm 的伪构件 53 置于导向套筒开口端面 11h 之上时,在以上述硬质碳膜形成的同样条件下进行薄膜形成时,膜的质量与粘着性有差异的区域在伪构件 53 的内表面形成而在导向套筒 11 的内表面 11b 则完全没有形成膜的质量和粘着性有差异的区域。

以下根据图 22 对本发明的在导向套筒的内表面形成硬质碳膜的方法的第十一实施例加以说明。

图 20 中和图 15 相同的部分采用同样的符号,但略去对其的说明。

第十一实施例和第 15 图相同使用不具有阳极和灯丝的真​​空槽 61,导向套筒 11 的开口端面 11h 上放置有伪构件,进行硬质碳膜的形成。



该实施例可以得到与上述第十实施例同样的效果。

在前述的应用中在真空槽中放置有若干导向套筒 11，使它们各个内表面 11b 同时形成硬质碳膜的方法，也可用于在各个导向套筒 11 的开口端面 11h 上放置伪构件 53，来形成硬质碳膜。

而且上述各实施例中对于一个真空槽中放置一个或两个导向套筒使它们各自的内表面同时形成硬质碳膜进行了说明，也可以在其中放置 3 个以上的导向套筒并在各自的内表面同时形成硬质碳膜。

此外，在所有的实施例中，在将导向套筒放入硬质碳膜形成用的真空槽中之前，有以图 9 所述的方法，在导向套筒的内表面 11b 上形成将硬质碳膜的粘着性提高的中间层的过程。在此场合，以上述各实施例中以等离子体 CVD 法形成硬质碳膜的过程，在导向套筒 11 的内表面 11b 的中间层上形成硬质碳膜。

在上述利用本发明在导向套筒的内表面形成硬质碳膜的方法的各实施例中作为含碳的气体以甲烷（ CH_4 ）或苯（ C_6H_6 ）为例进行了说明，也可以利用乙烯（ C_2H_4 ）和己烷（ C_6H_{14} ）。

此外上述含碳气体可以用氩（Ar）等电离电压低的惰性气体加以稀释。此时可以使导向套筒的圆筒内的等离子体更加稳定。

也可在硬质碳膜形成时加入少量（1% 以下）添加物以提高其润滑性的硬度。

比如添加氟（F）或硼（B）可增加润滑性，添加铬（Cr），钼（Mo）或钨（W）可增加硬度。

而在真空槽中放置导向套筒之后，而在硬质碳膜形成之前，氩（Ar）和氮（ N_2 ）等等离子体发生，轰击导向套筒的圆筒内表面；其后甲烷和苯等含碳气体产生等离子体，形成硬质碳膜。

这样，由于利用惰性气体进行轰击的前处理，导向套筒的圆筒内壁的温度上升进入活性状态。同时将圆筒内壁表面的杂质轰出，使表面清洁。由此使得导向套筒内表面形成的硬质碳膜的粘着性得到进一步提高。



说明书附图

图 1

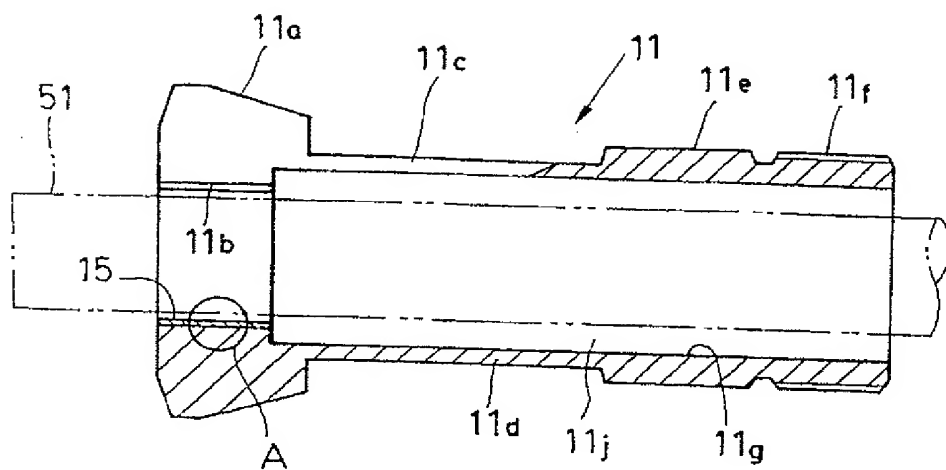


图 2

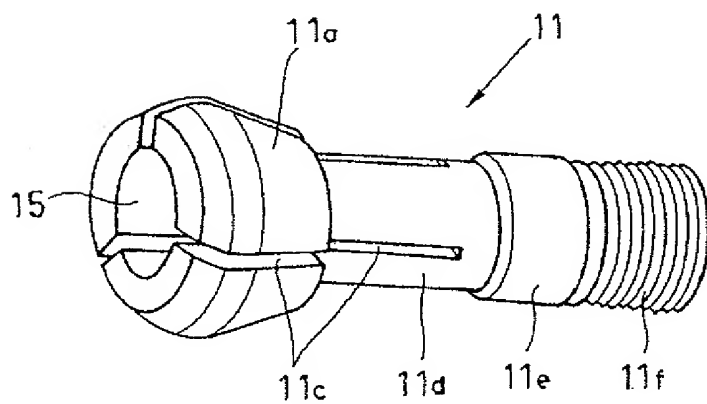




图 3

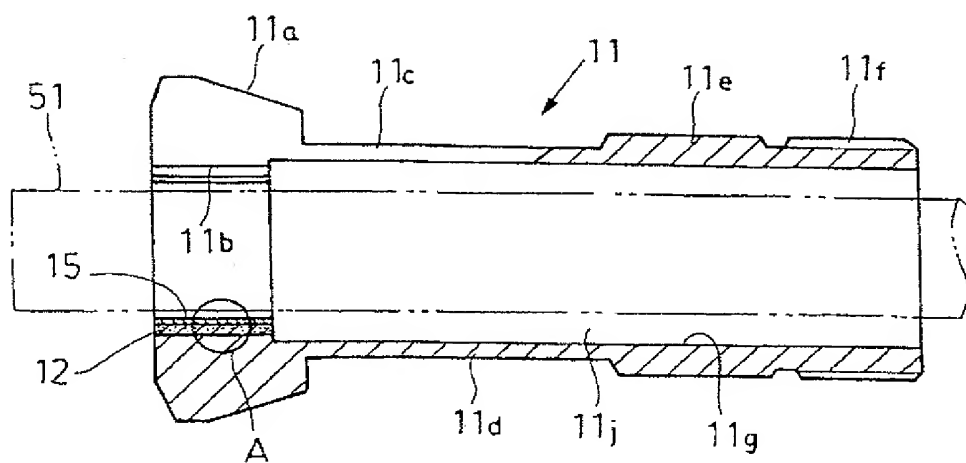


图 4

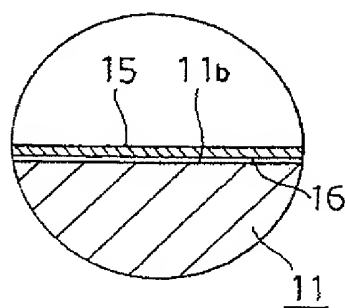


图 5

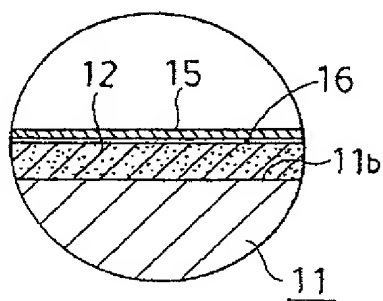


图 6

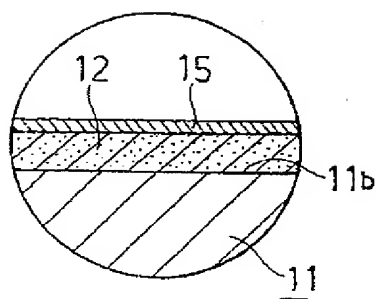


图 7

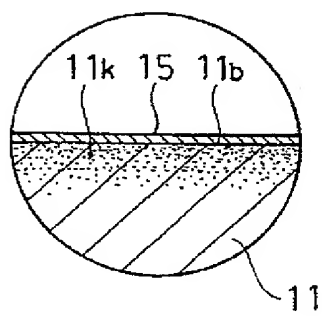


图 8

